

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
(СГУ)

Кафедра метеорологии и климатологии

Ветроэнергетические ресурсы Оренбургской области

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 411 группы _____
направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
_____ географического факультета
_____ Болдырева Павла Михайловича

Научный руководитель
профессор, д.г.н., доцент

 А.Б. Рыхлов

И.о. зав. кафедрой
 к.г.н.

 М.Ю. Червяков

Введение. В первой главе описывается состояние перспективы развития ветроэнергетики в России и мире. Во второй главе описывается проблема утилизация ветроэнергетических ресурсов и виды энергетических установок. В третьей главе раскрыт вопрос климатологического обеспечения ветроэнергетики, а также описаны методы оценки производительности ВЭУ и приведены примеры климатологической информации необходимой для обеспечения ветроэнергетики. В четвёртой и пятой главе приведены ветроэнергетические ресурсы Оренбургской области и описаны методы оценки эксплуатационных характеристик ВЭУ. В последней шестой главе описывается физико-географическая характеристика Оренбургской области.

Неблагоприятная экологическая ситуация и ограниченность традиционных энергетических ресурсов ставят перед человечеством вопрос об использовании альтернативных, возобновляемых источников энергии.

Принимая это во внимание, естественным выходом из сложившейся ситуации является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В неё входит и ветровая энергия, так как при эксплуатации ветроустановок (ВЭУ) не загрязняется окружающая среда. Также они не требуют воды и топлива, могут быть полностью автоматизированы и не требуют большого количества времени для установки [1].

Цель данной работы – оценить и изучить ветроэнергетический потенциал Оренбургской области.

В ходе данной курсовой работы были поставлены и решены следующие задачи:

1. Определить средние скорости ветра на разных высотах (10, 30, 50, 70 метров)
2. Рассчитать удельную мощность на разных высотах, на станциях Оренбургской области.
3. Графически отобразить годовой ход скорости ветра на разных высотах.
4. Рассмотреть и оценить перспективы установки ВЭУ на территории Оренбургской области.

В данной работе описаны возможности применения и производства новых установок большей мощности в России, в частности Оренбургской области, а также описаны перспективы развития ветроэнергетического потенциала по всему миру.

Чтобы получить достоверную информацию о средних скоростях ветра и удельной мощности на разных высотах были взяты значения скоростей ветра у земли из справочника по климату, а также для расчётов был применён безразмерный параметр m .

В результате были выяснены преимущества использования такого вида альтернативной энергии, эффективность его использования и размещения ВЭУ на территории Оренбургской области. Данная работа показывает преимущества и недостатки ветровых электростанций при использовании их на заданной территории при определенном ветровом режиме.

Основное содержание работы. Большая переменчивость ветра связана с влиянием подстилающей поверхности и физического состояния атмосферы. Прежде чем устанавливать на той или иной территории ветроустановку, проводятся расчеты ветрового режима этой местности.

Для определения средних скоростей ветра на разных высотах мы определили безразмерный параметр – m с помощью формул (3.1.10; 3.1.11).

Затем с помощью степенной формулы: $\frac{\bar{v}_z}{\bar{v}_h} = \left(\frac{z}{h}\right)^m$ где \bar{v}_z и \bar{v}_h - средние скорости ветра на высоте z и h (флюгера) м; m – безразмерный параметр, мы определили средние скорости ветра на разных высотах. Эти параметры зависят от турбулентности, стратификации атмосферы.

Значительное влияние на средние скорости ветра имеют местные физико-географические условия. К ним относят различия в рельефе, наличие высокой растительности, а также наличие горных участков.

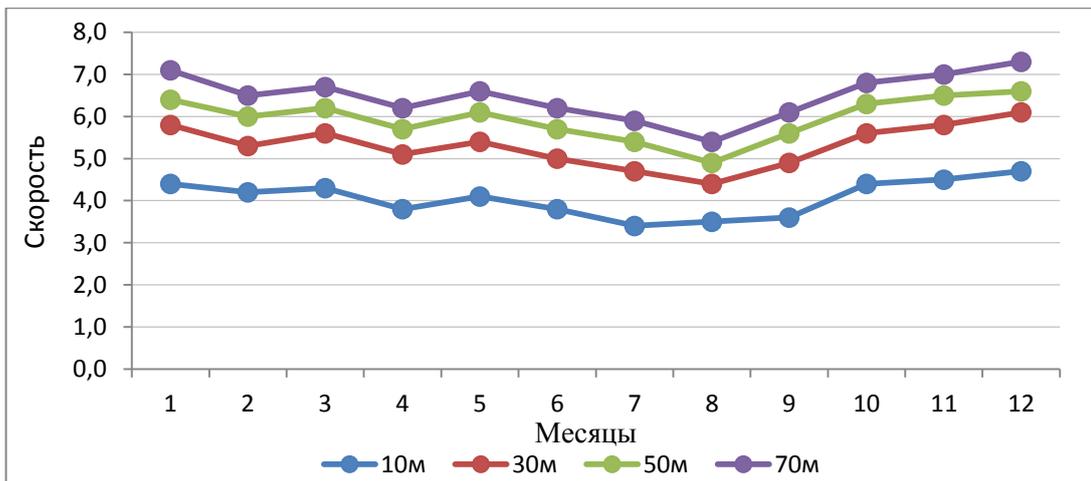


Рисунок 4.1 – Годовой ход средней скорости ветра (м/с) на высотах на станции Фадеевское (составлено автором)

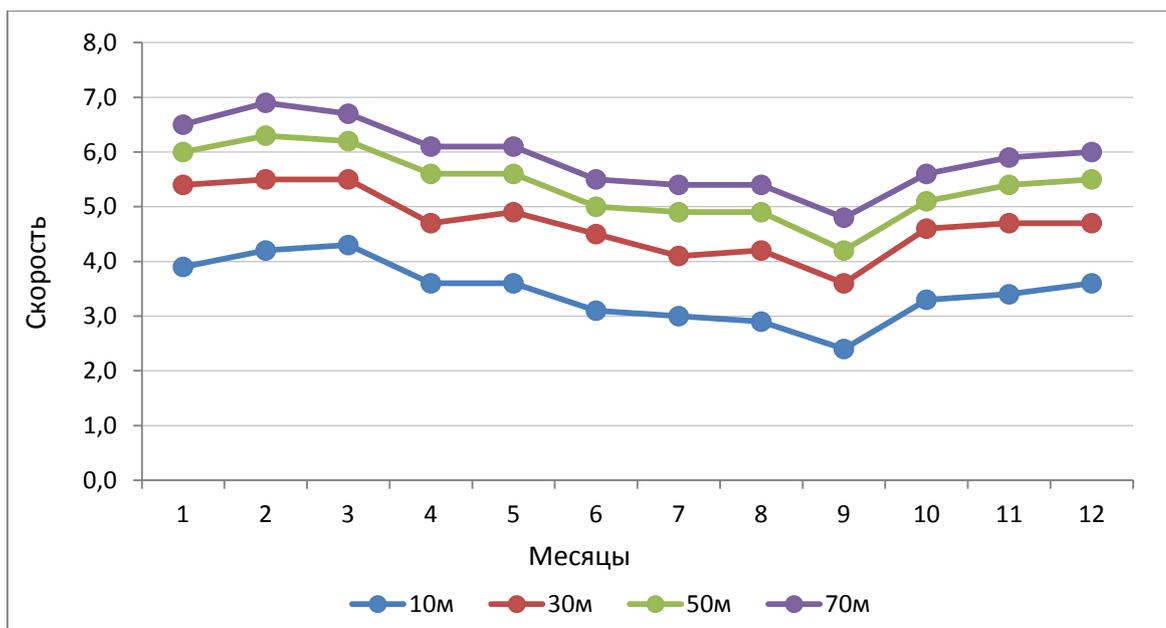


Рисунок 4.2 – Годовой ход средней скорости ветра (м/с) на высотах на станции Тюльгановск (составлено автором)

Подставив данные о скорости ветра из справочника по климату в формулу 3.1.9, получили значения об удельной мощности ветрового потока.

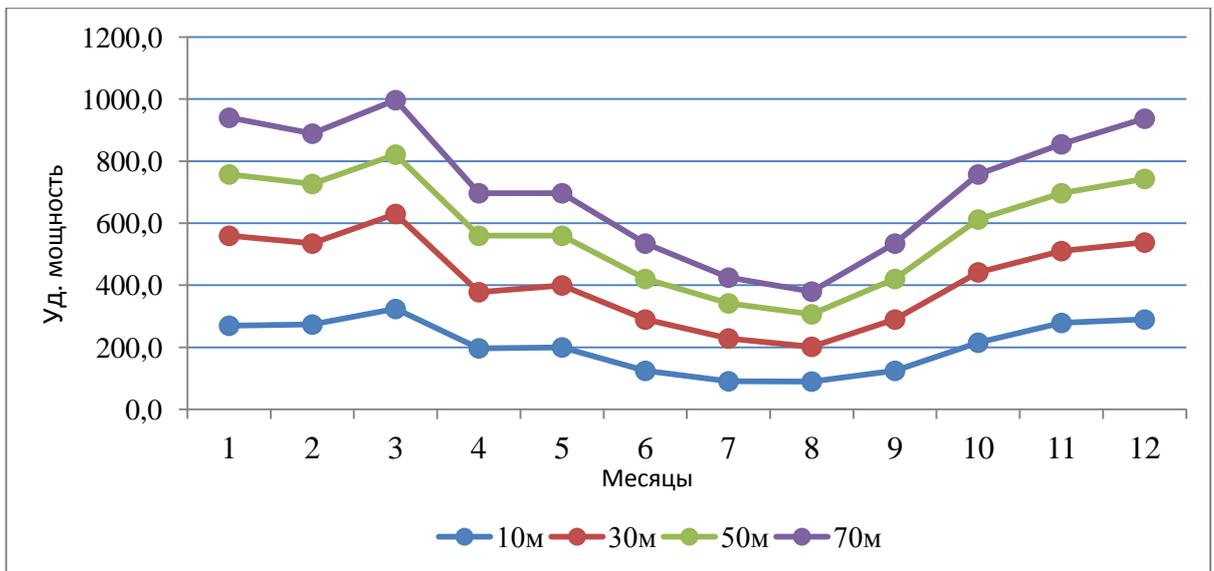


Рисунок 4.3 - Удельная мощность (Вт/м²)
на высотах на станции Фадееское (составлено автором)

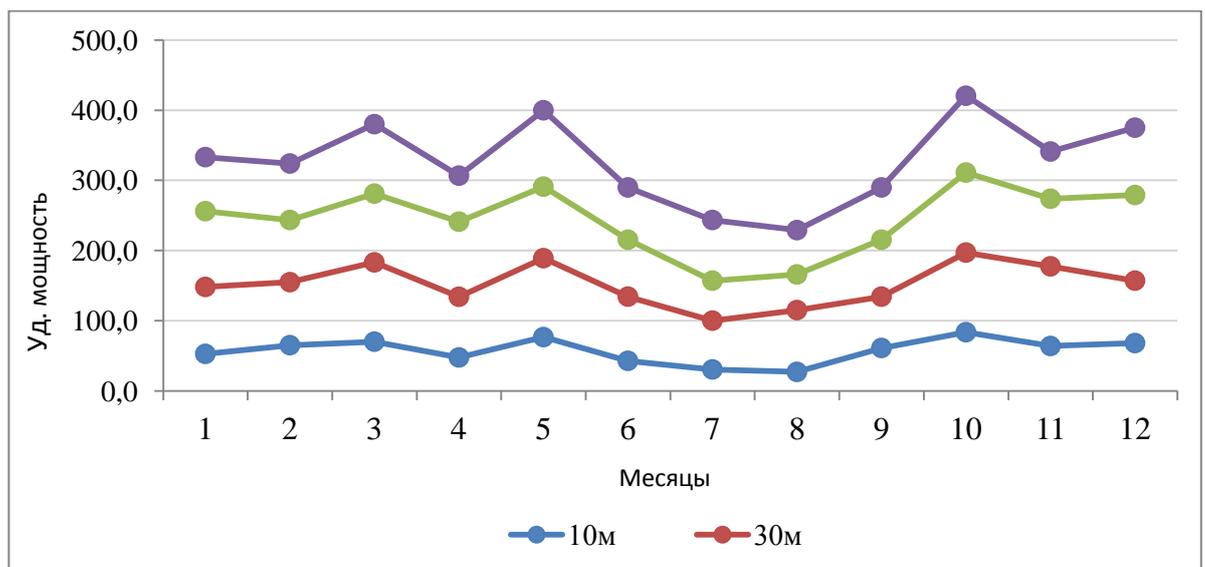


Рисунок 4.4 - Удельная мощность (Вт/м²)
на высотах станции Тюльгановск (составлено автором)

По этим данным была выявлена станции с максимальным значением мощности. Максимальное среднегодовое значение ветрового потока отмечается на станции Фадееское, которое составляет 355,5 МВт/м², а минимальное

значение ветрового потока наблюдалось на станции Тюльгановск – 145,0 МВт/м².

На графиках видно, что значение мощности приходится на зимние месяцы, затем идет спад на летний период, а к зиме мощность вновь возрастает.

Основной причиной получившегося распределения данных о мощности ветрового потока, представленные в таблицах 4.3 и 4.4, является территория, на которой располагается станция и ведется непосредственно наблюдение ветра.

Получившиеся значения в большей степени обусловлены влиянием местных физико-географических условий. Рельеф, на котором расположена станция Фадеевская, имеет более равнинный характер. Также лесистость этого района составляет всего 6% в отличие от района, в котором расположена станция Тюльгановск.

Чтобы найти рабочие скорости ветра мы воспользовались установленным обобщенным законом распределения. Начальная скорость ветра, необходимая для вращения ветроколеса ВЭУ, составляет 3 м/с, поэтому продолжительность диапазонов рабочих скоростей t_p равна

$$t_p = T \exp \left[-0,88 \left(\frac{3}{v} \right)^{1,37} \right], \quad (5.1)$$

где T – период, ч (год – 8760, полугодие – 4380, месяц – 720 часов и т.д.

Для расчёта продолжительности диапазонов рабочих скоростей t_p за один месяц был взят период T равный 720 часам, а для расчета за год период равный 8760 часам. Данные о скорости ветра взяты из метеорологического справочника по климату [19].

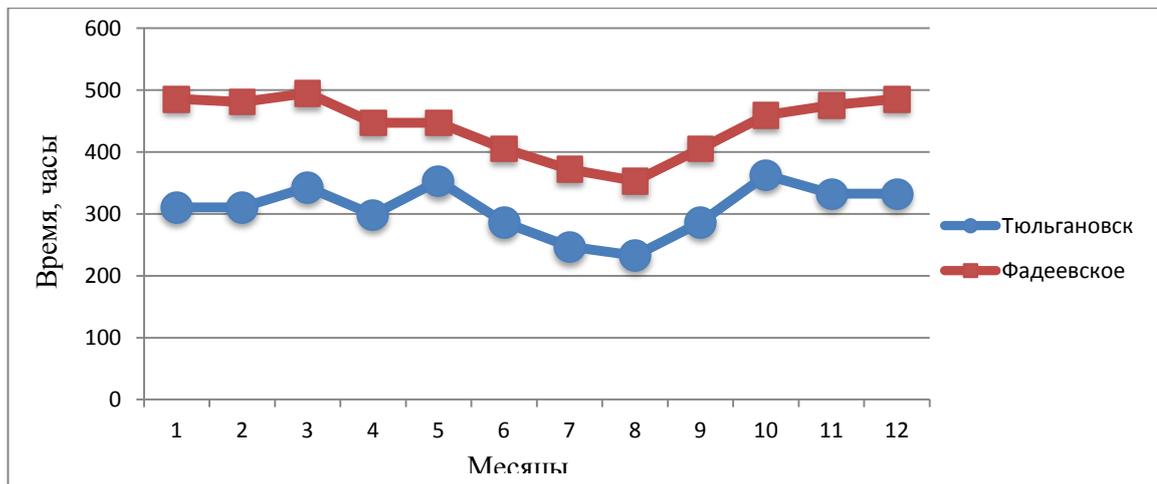


Рисунок 5.1 – Продолжительность диапазонов скоростей ветра > 3 м/с t_p (часов) на станциях Фадеевское и Тюльгановск (составлено автором)

Такое распределение продолжительности диапазонов рабочих скоростей t_p на станциях Фадеевское и Тюльгановск связано с тем, что максимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей t_p оказалась на станции Фадеевское и составила 5443,7 часов в год, а минимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей t_p на станции Тюльгановск, длительностью 3776,7 часов в год.

Для расчёта длительности простоев ВЭУ, необходимо найти разность между периодом превышения начальной скорости T и значениями продолжительности диапазона рабочих частот t_p . Период T был взят аналогично первой таблице. Суммарная длительность энергетических затиший или простоев ВЭУ t_{Π} равна:

$$t_{\Pi} = T - t_p. \quad (5.2)$$

Суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ t_{Π} на станции Фадеевское составило 3316,3 часов в год, а на станции Тюльгановск 4983,3 часов в год.

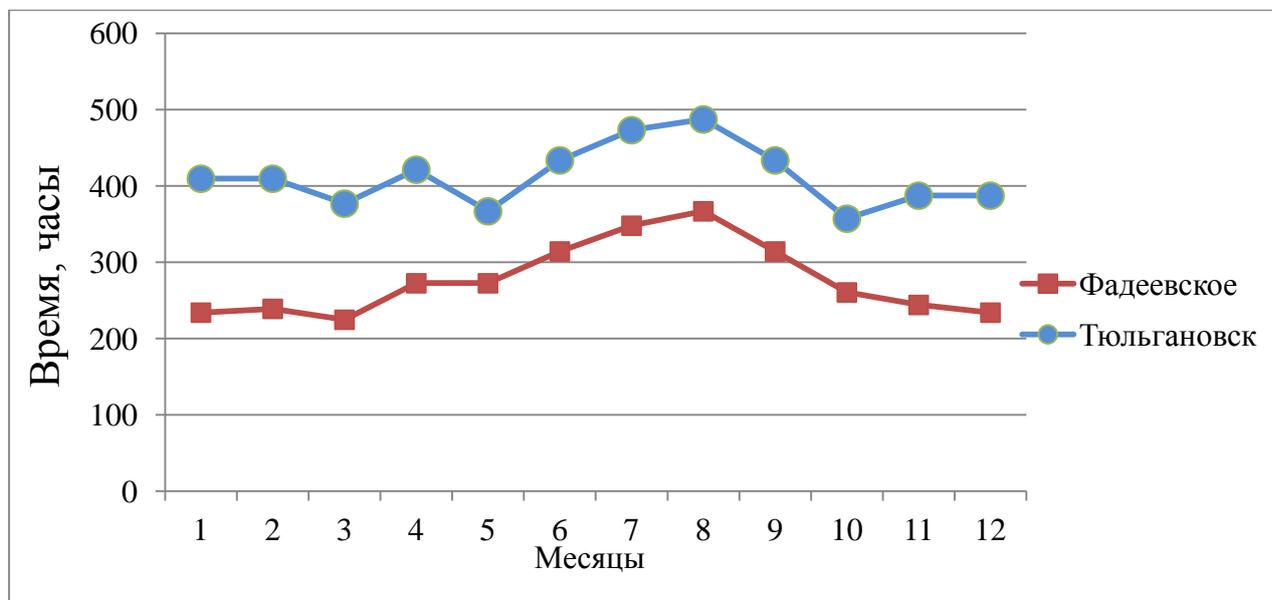


Рисунок 5.2 - Суммарная длительность энергетических затиший или простоев ВЭУ t_n (часов) на станциях Фадеевское и Тюльгановск (составлено автором)

Средняя непрерывная длительность периода со скоростью равной, выше или ниже заданной ($T[v > v_0]$) является показателем временного режима. Для её расчёта предложена надёжная статистическая зависимость:

$$T(v > 3), \text{ ч} = 32,2 + 1,01 \cdot v - 1,1 \cdot P(v > 3) - 0,023 \cdot v^2 + 0,0109 \cdot P(v > 3)^2. \quad (5.3)$$

Средняя непрерывная длительность периода со скоростью выше 3 м/с на станции Фадеевское равна 35,76 часам в год, а на станции Тюльгановск 34,64 часа в год.

Главными факторами, обуславливающими такое распределение, является влияние подстилающей поверхности и ветровой режим данной области.

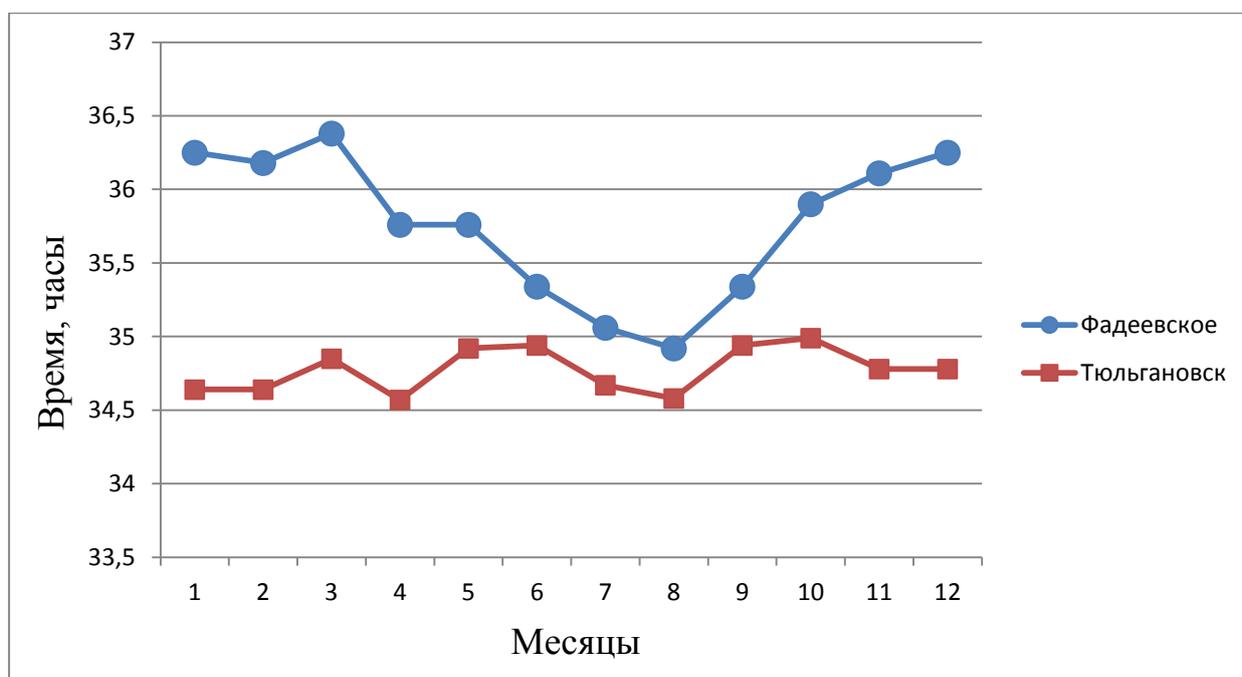


Рисунок 5.3 – Средняя непрерывная длительность периода со скоростью выше 3 м/с на станциях Фадеевское и Тюльгановск (часов) (составлено автором)

Чтобы рассчитать среднюю непрерывную длительность простоев ВЭУ использовалась рассчитанная А.Д. Дробышевым аналитическая зависимость:

$$T(v < 3), \text{ ч} = T(v > 3) - [100 - P(v > 3)] / P(v > 3). \quad (5.4)$$

Значение средней непрерывной длительности простоев или затиший ВЭУ оказалось максимальным на станции Тюльгановск и составило 45,70 часов в год, и минимальным на станции Фадеевское и составило 21,78 час в год.

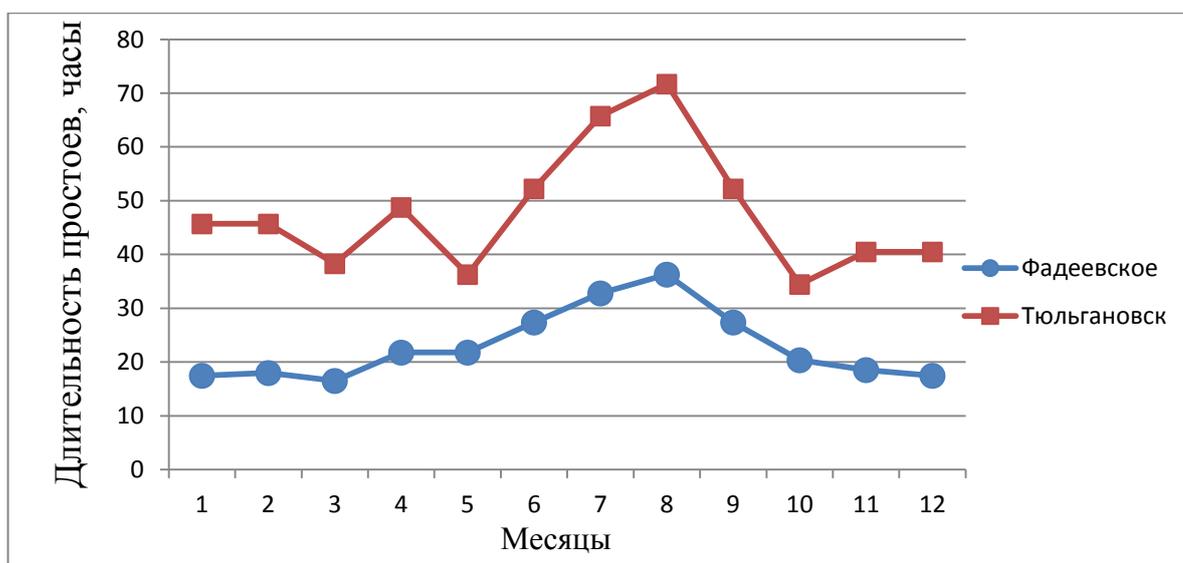


Рисунок 5.4 – Средняя непрерывная длительность простоев ВЭУ (часов) (составлено автором)

Оренбургская область находится на 29 месте в России по занимаемой территории. Её площадь составляет 123702 км². Область расположена на стыке двух частей света — Азии и Европы. Территория области охватывает юго-восточную окраину Восточно-Европейской равнины, южное Зауралье и южную оконечность Урала. Протяженность области с запада на восток составляет 760 км, с севера на юг — 445 км. Общая протяженность границ составляет 3700 км.

На западе Оренбургская область граничит с Самарской областью, на северо-западе — с Татарстаном, на севере — с Башкортостаном, на северо-востоке - с Челябинской областью, а на востоке и юге — с Казахстаном. С Саратовской областью граничит в одной точке, которая расположена на государственной границе с Казахстаном — стык границ Оренбургской, Самарской и Саратовской областей [20].

Половину территории области занимают пашни, 38 % — кормовые угодья, 5 % - леса, 7 % - прочие угодья. В Оренбургской области представлены ландшафты лесостепной полосы России, степей Заволжья и Тургая, лесистых

низкогорий Южного Урала, сосново-берёзового лесостепья Западной Сибири. Высшая точка — гора Накас (667,6 м) в одноименном хребте.



Рисунок 6.1 - Местоположение метеорологических станций на карте Оренбургской области (составлено автором)

Заключение. В свете сложившейся экологической и экономической ситуации в мире, когда человечество с каждым днём добывает и потребляет всё больше не возобновляемых природных ресурсов, использование энергии ветра приобретает всё большую актуальность, так как не требует сжигания ископаемого топлива, и тем самым не наносит огромного ущерба окружающей среде.

В ходе данной дипломной работы были рассчитаны средние скорости ветра на высотах. Также мы рассчитали удельную мощность и выявили станции с максимальным и минимальным значением удельной мощности ветрового

потока. Максимальное среднегодовое значение ветрового потока отмечается на станции Фадеевское, которое составляет $355,5 \text{ МВт/м}^2$, а минимальное значение ветрового потока наблюдалось на станции Тюльгановск – $145,0 \text{ МВт/м}^2$.

Также мы рассчитали максимальную продолжительность диапазонов рабочих скоростей и выяснили, что максимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей оказалась на станции Фадеевское и составила $5443,7$ часов в год, а минимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей на станции Тюльгановск, длительностью $3776,7$ часов в год.

В дополнение к этим данным была рассчитана суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ для каждой станции в области.

Максимальная суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ оказалась на станции Тюльгановск и составила $4983,3$ часов в год, а минимальная на станции Фадеевское длительностью $3316,3$ часов в год.

В ходе исследования мы выяснили, что в Оренбургской области есть подходящие станции для строительства ВЭУ. Наилучшим вариантом для их размещения является станция Фадеевское, так как там оказались максимальные по своей величине среднегодовое значение ветрового потока, максимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей, а также суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ на данной станции оказалась минимальной по сравнению с другими станциями.

На основе рассчитанных данных можно сделать вывод о том, что Оренбургская область имеет высокую перспективу для установки ВЭУ. Станция Фадеевское является лучшим вариантом для размещения ветроустановок, так как среднегодовое значение ветрового потока там составило $355,5 \text{ МВт/м}^2$, максимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей составила $5443,7$ часов в год, а суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ оказалась минимальной и составила $3316,3$ часов в год.